



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Dansk energipolitik og planlægning

Lund, Henrik

*Published in:*  
Humanøkologi : miljø, teknologi og samfund

*Publication date:*  
2002

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Lund, H. (2002). Dansk energipolitik og planlægning. I Arler, Finn (red.) (red.), *Humanøkologi : miljø, teknologi og samfund* (s. 221-240). Aalborg Universitetsforlag.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## Dansk energipolitik og planlægning

Henrik Lund

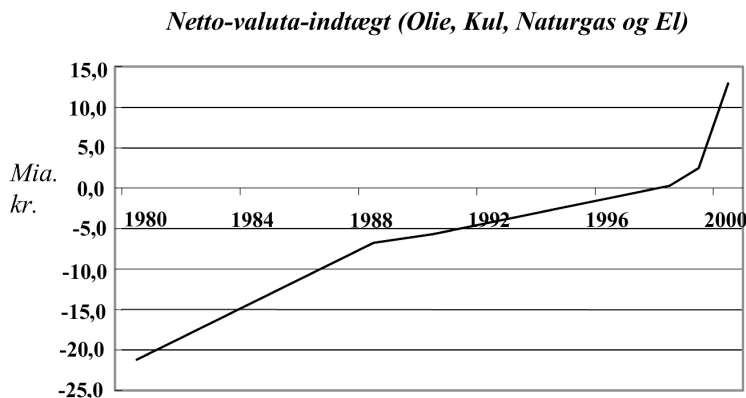
### Indledning

Energipolitiske mål realiserer ikke uden videre sig selv. Der kræves en målrettet og aktiv indsats. Det viser erfaringerne fra dansk energipolitik siden oliekrisen. Heldigvis viser erfaringen også, at en aktiv politik nytter noget. Det kan lade sig gøre at ændre energisystemerne. Dansk energipolitiks succeser og fiaskoer kan i høj grad forklares ved, om der har været ført en aktiv politik eller ej. Der sker intet, hvis der ikke føres politik på området. Men der sker noget, hvis der føres politik. Det politiske systems handlinger eller ”ikke handlinger” er afgørende. En aktiv politik nytter noget.

I Danmark har energipolitikken haft *succes* på flere områder i de forløbne 25 år: Opvarmningsbehovet i boligerne er nedbragt; forsyningsanlæggene er omstillet til kraft/varme; der er opført vindmøller, solfangere og halmfyringsanlæg i betydeligt omfang; importeret brændsel er blevet erstattet af dansk naturgas; og der er sket en markant udbygning med decentral kraft/varme. Resultatet har været, at Danmarks nettoudgift til brændsler er blevet vendt til en nettoindtægt (se Figur 1). Alle disse succeser har været afhængige af, at der har været ført en aktiv energipolitik. Isolering af boligerne har været afhængige af tilskudsordninger, informationskampagner, ændring af bygningsreglementer osv. Det samme gælder de andre succeser i dansk energipolitik.

Men der er også *fiaskoer* i de sidste 25 års dansk energipolitik: Opvarmningsbehovet i boligerne er nedbragt, men elforbruget er steget; industrien har hverken sparet på varme eller el; transportsektorens energiforbrug har været stærkt stigende; og mulighederne for udnyttelse af decentral kraft/varme og vedvarende energi er langt fra udnyttet fuldt ud. På disse områder har der kun punktvis været ført en aktiv energipolitik. Informationskampagner om elbesparelser er kommet i gang langt senere end kampagner om varmebesparelser. Det samme gælder indførelse af normer for elforbrugende apparater. Fiaskoerne i dansk energipolitik er at finde der, hvor der ikke har været ført en aktiv politik.

Er der noget de sidste 25 års historie med overraskende entydighed har vist, så er det, at de etablerede energiforsyningsselskaber aldrig har taget initiativet til introduktion af radikalt nye teknologier og altid har modarbejdet disse teknologier i debatten og deres gennemførelse i praksis. Vindkraften, biogassen, elbesparelser, decentral naturgasfyret kraftvarme, m.v. blev båret frem af organisationer uden for de etablerede forsyningsselskabers regie i en dialog med Folketinget. Også fremtidens ændring af energisystemerne vil være afhængig af denne form for demokratisk proces.



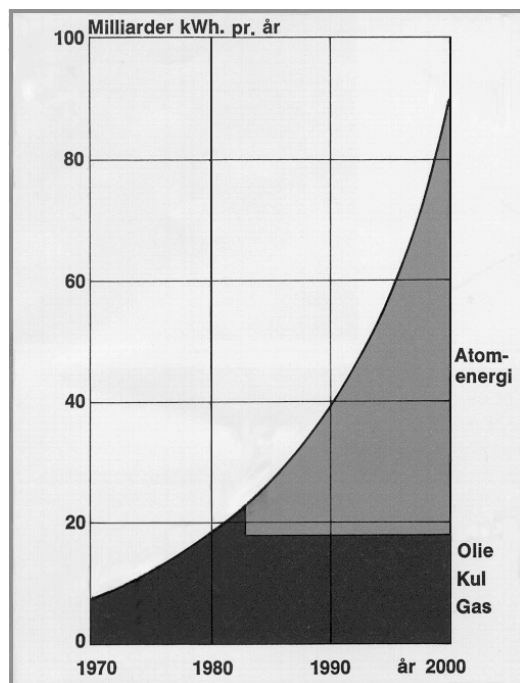
**Figur 1.** Danmarks netto-valuta-indtægt til olie, kul, naturgas og el målt i løbende priser (Kilde: Energistyrelsens statistik).

Udover demokratiske processers værdi i sig selv, er det vigtigt at være opmærksom på, at demokrati er effektivt, og at demokrati er en konkurrenceparameter, som i perioder har været blandt Danmarks komparative fordele. Fra tid til anden har denne konkurrencemæssige styrkeposition været under pres. Der er tale om en demokratisk udfordring, hvor vi til stadighed skal have etableret et dynamisk samspil mellem de nye teknologiers aktører på markedet og den demokratiske proces.

### **Målsætninger og planer 1972-1995**

Siden den første oliekrise i 1972 har dansk energipolitik og planlægning gennemgået en række faser. I det følgende beskrives disse faser med vægt på, hvordan målsætninger og fokus i energiplanlægningen har skiftet. Udviklingen kan ses som en dialog mellem på den ene side officielle energipla-

ner skrevet af myndigheder og energiselskaber, og på den anden side alternative energiplaner skrevet af universitetsfolk og græsrodsbevægelser.



**Figur 2.** Umiddelbart efter oliekrisen bragte de danske elværker forslag om atomkraft på banen. Her illustration fra en ELSAM-pjece fra 1975.

#### **Forsyningsikkerhed og enkeltforslagsplanlægning (1972-1976)**

Som alle andre vestlige lande var Danmark uforberedt på den første oliekrise i 1972. Stort set al transport og al opvarmning var baseret på olie. Det samme var 85% af elektricitetsproduktionen. Der var ingen national energipolitik, og energiplanlægning havde bestået i at bygge nye forsyningsanlæg, når der var brug for det. Store kraftværker med lange byggetider blev forberedt på baggrund af forbrugsprognoser baseret på den historiske udvikling i elforbruget, som havde været potentielt stigende. Danmark havde ingen energiminister og intet Energiministerium. Ej heller var der forberedt handlingsplaner for forsyningssvigt i olietilførelsen.

De danske kraftværksselskaber reagerede tidligt på oliekrisen. De fremlagde planer om at erstatte de oliefyrede kraftværker med atomkraftværker (se Figur 2), hvilket var med til at igangsætte den danske energibe-



vælgelse. I første omgang i form af Organisation til Oplysning om Atomkraft OOA, og siden med organisationen for vedvarende energi OVE og samvirkende energikontorer SEK.

Opvarmningsektoren var derimod meget mere spredt organiseret, og havde ikke oplagte alternativer at fremlægge. Som følge heraf fokuserede myndighederne i første omgang på at analysere alternativer til olie i boligsektoren. Dette arbejde sorterede i første omgang under boligministeriet.

I 1976 besluttede Folketinget at samle hele energiområdet under handelsministeren, som samtidig blev bedt om jævnligt at fremlægge energipolitiske redegørelser for Folketinget. Dette har resulteret i en række officielle energiplaner og energipolitikker, hvoraf den første hed *Dansk Energipolitik* (Handelsministeriet 1976).

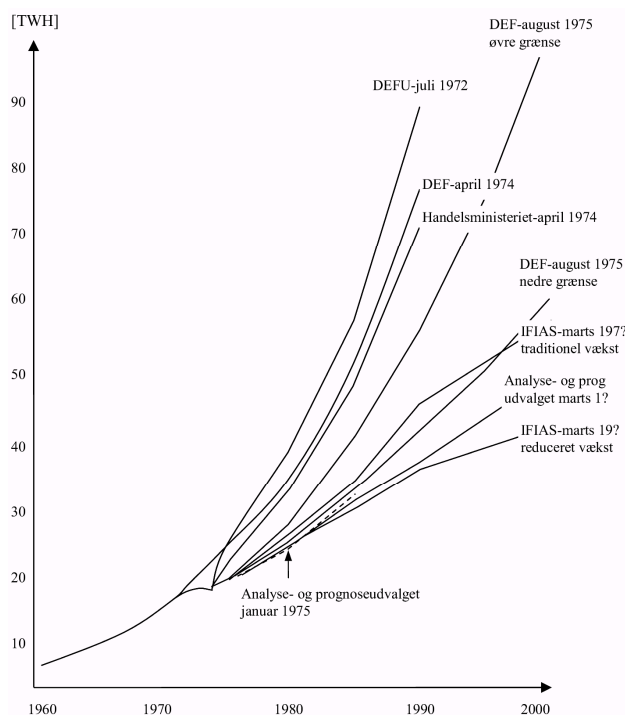
Oliefortrængning var den helt afgørende målsætning i denne Danmarks første officielle energiplan. Det handlede om at reducere afhængigheden af importeret olie. Midlerne var en afdæmpning i væksten i energiforbruget samt introduktion af nye brændsler, hvoraf de vigtigste var uran til atomkraft og naturgas til opvarmning.

Energiplanen fremlagde ét og kun et løsningsforslag. Og energiforbruget var fremskrevet ud fra prognoser for et fortsat stærkt stigende forbrug. Selvom væksten skulle afdæmpes var der således tale om en betydelig vækst i f.eks. elforbruget (se Figur 3).

#### ***Samfundsøkonomi og flere alternativer (1976-1981)***

Planerne om at introducere atomkraft havde som nævnt allerede startet en omfattende protestbevægelse i Danmark. På grund af atomkraftens problemer med radioaktivt affald, risiko for nedsmeltning og mulige konsekvenser for demokratiet blev atomkraft ikke betragtet som et godt svar på oliekrisen. I stedet blev der peget på vedvarende energi og energibesparelser.

De danske energibevægelser OOA og OVE udgav i den forbindelse *Skitse til alternativ energiplan for Danmark* (Blegaa m.fl. 1976). Energiplanen var udarbejdet af 8 personer primært fra danske universiteter og forskningsinstitutioner. Planen beskrev et alternativ til den officielle energiplan fra Handelsministeriet, men uden atomkraft. I stedet pegede planen på energibesparelser, kraftvarme og vedvarende energi.



**Figur 3.** I 1976 forventede man fortsat et stærkt stigende elforbrug. Her et diagram fra bilaget til Dansk Energipolitik 76 (Handelsministeriets analyse- og prognoseudvalg 1976), som sammenligner de mange prognoser. Tilsyneladende kunne ingen forestille sig, at elforbruget i år 2000 endte med "kun" at være ca. 30 TWh.

Først og fremmest muliggjorde den alternative plan en bedre diskussion af andre løsninger end atomkraft. Herudover var selve eksistensen af planen en fordel for den demokratiske proces. Med sin blotte eksistens manifesterede planen muligheden af at vælge mellem forskellige alternativer. Det blev langt lettere at deltage i den offentlige debat med holdninger om hvilken vej Danmark burde gå, når det ikke kun foregik på baggrund af Handelsministeriets beskrivelse af én og kun en mulig løsning på problemerne.

Den alternative energiplan og den diskussion, den indgik i, var med til at skabe bevidsthed om, at det er muligt selv at vælge sin energifremtid. Hermed blev det samtidig understreget, at "udviklingen" ikke falder ned fra himlen, men - i hvert tilfælde i et vist omfang - er noget, der er under demokratisk kontrol og er noget, "vi" selv bestemmer.

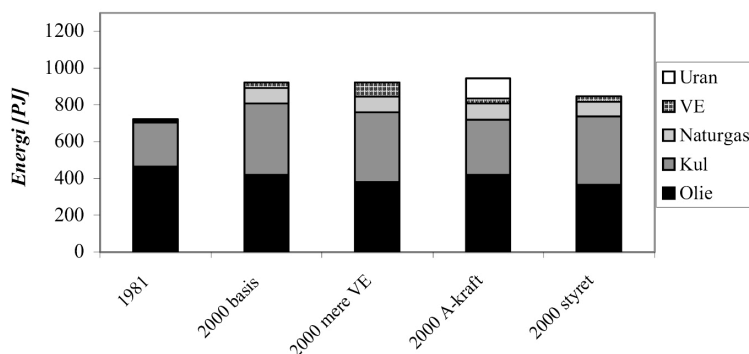
Som følge af atomkraftdebatten fik elværkerne ikke umiddelbart lov til at starte udbygningen med atomkraft. I stedet blev alle de store kraftværker omlagt fra olie til kul. Umiddelbart før oliekrisen var således 85% af elproduktionen baseret på olie. 5 år senere var ca. 90% baseret på kul.

Parallelt med den offentlige debat om atomkraft arbejdede boligministeriet videre med tiltag i forhold til boligopvarmningen. Der blev gennemført kampanjer for at sænke rumtemperaturen og for at få efterisoleret boligerne. Samtidig forberedte man den senere kommunale og amtskommunale varmeplanlægning. Allerede eksisterende planer om at ilandtage naturgas fra Nordsøen blev fundet frem. Og til at administrere disse tiltag oprettede man Energistyrelsen, der i første omgang sorterede under Handelsministeriet, men snart blev flyttet over i det nyoprettede Energiministerium.

Kort efter oprettelsen af Energiministerium og styrelse blev den næste officielle danske *Energiplan 81* udgivet (Energiministeriet 1981). Planen var et udtryk for en reformulering af den danske energipolitik. Målet om forsyningssikkerhed var stadig vigtigt, men målet om bedst samfundsøkonomi blev særligt fremhævet. Yderligere blev det et særskilt mål, at afkoble sammenhængen mellem økonomisk vækst og vækst i energiforbruget. Opfyldelsen af dette mål er senere blev en af de helt store internationale succeser i dansk energipolitik.

*Energiplan 81* fremlagde 4 alternativer, som havde både ligheder og forskelligheder. De var forskellige i den forstand, at ét alternativ omfattede atomkraft, et andet inddrog vedvarende energi, et tredje satsede på besparelser, mens et fjerde introducerede naturgas. De var imidlertid også meget ens, idet alle alternativer forudsatte den samme store vækst i energiforbruget og alle (også atomkraftvarianten) var baseret på betydelige mængder kul i kraftværkerne.

Samtidig med *Energiplan 81* gav regering og Folketing udtryk for, at det fortsat var hensigten at introducere atomkraft i Danmark, dog ikke lige med det samme. *Energiplan 81* konkluderede, at det ikke var nødvendigt - selv med byggetider på atomkraftværker på op til 10 år - at tage endelig stilling til dette spørgsmål, før der var foretaget en række nærmere undersøgelser. Herudover tilkendegav regeringen, at der ikke ville blive truffet beslutning om atomkraft uden en folkeafstemning. Den folkelige modstand mod atomkraft voksede sig imidlertid så stor, at Folketinget i marts 1985 besluttede at opgive atomkraften, som herefter blev taget ud af dansk energiplanlægning.



**Figur 4.** Det forventede brændselsforbrug år 2000 i *Energiplan 81*'s fire alternativer sammenlignet med forbruget i 1981. I alle alternativer arbejdes der med et stigende brændselsforbrug, som skal dækkes primært af kul og olie. Figuren er konstrueret med tal fra *Energiplan 81* (Energiministeriet 1981).

Danmarks anden officielle energiplan *Energiplan 81* anerkendte behovet for at fremlægge flere alternativer som grundlag for en god offentlig debat. Imidlertid var de fremlagte alternativer - bortset fra spørgsmålet om atomkraft - ikke særligt forskellige, og de opfyldte i virkeligheden ikke den demokratiske debats behov for at afsøge relevante muligheder.

#### **Udviklingen af vedvarende energi alternativet (1982-1986)**

Hvor den officielle *Energiplan 81* var baseret på en politik, der forventedes at resultere i en vækst i energiforbruget på 30% fra 1982 til år 2000, foreslog *Alternativ energiplan 83* en politik, som ville føre til en reduktion i samme periode på 28%. Og hvor *Energiplan 81* forudsatte intensiv brug af kul i alle varianter, arbejdede *Alternativ energiplan 83* med en udfasning af kulforbruget. På disse to afgørende punkter, var der således stor forskel på de to planer.

*Alternativ energiplan 83* foreslog en intensiv brug af kraft/varmesamproduktion i kombination med ca. 2000 MW vindkraft. I debatten blev dette forslag kritiseret stærkt af myndighederne for at skabe store teknisk/økonomiske problemer i forhold til elforsyningen, som ikke var dokumenteret løst i den alternative plan. Vindkraftanlæggenes elproduktion ville være afhængig af variationer i vinden, og kraft/varme-anlæggenes af varmebehovet. Hertil kom en udvidet brug af biogas og biomasse brændsler, der gjorde problemerne endnu større.

Begrebet "eloverløb" blev introduceret. I visse situationer ville Danmark blive tvunget til at producere mere strøm, end vi havde brug for. Pro-

blemet ville først opstå en kold vinternat, hvor elforbruget var lavt, og hvor kraft/varmeproduktionen var høj. Hvis der samtidig var god vind, vil produktionen fra vindmøller og kraft/varme-anlæg kunne overstige forbruget. Danske Elværkers Forening publicerede i 1983 en rapport, der kom til den konklusion, at der allerede med 10% vindkraft ville opstå problemer med eloverløb.

Spørgsmålet om eloverløb blev i 1985/86 undersøgt i detaljer som en del af den grønne energiplan for Bornholm. Planen regnede på en perspektivplan, hvor alle byer på Bornholm blev forsynet med kraft/varme samtidigt med en intensiv brug af vindkraft. Det blev vist hvordan energisystemet kan organiseres, så kraft/varmen kan anvendes til at indregulere den fluktuerende vindkraft, hvis kraft/varmeverkerne blev suppleret med varmepumper og varmelagre. Planen illustrerede, hvordan et sådant system vil have evnen til at integrere 25% vindkraft uden eloverløb samtidig med at 70-75% af varmebehovet produceres som kraft/varme i kombination med varmepumper. (Lund & Rosager 1985).

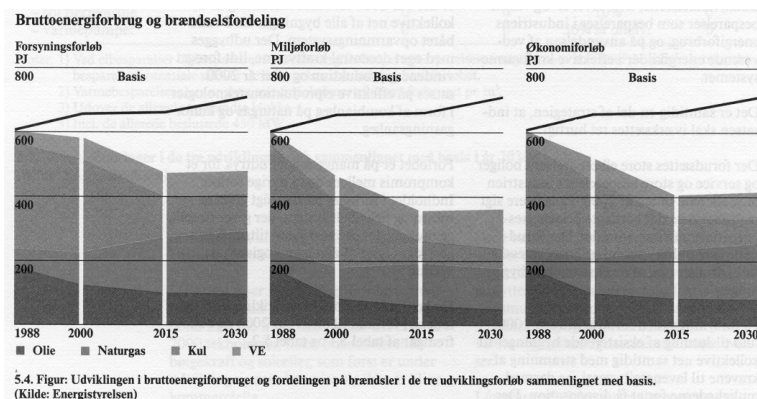
### ***Miljømålsætning og handlingsplaner (1987-1995)***

I slutningen af 1980'erne begyndte energidebatten såvel i Danmark som internationalt at fokusere mere og mere på miljøspørgsmålet. Med "Brundtlandrapporten" (Rapport fra FN's kommission om Miljø og Udvikling) fra 1987 blev der især sat fokus på spørgsmålet om CO<sub>2</sub>-udledning og drivhuseffekt.

I forhold til drivhuseffekten havde det danske energisystem et stort problem. CO<sub>2</sub>-udledningen pr. indbygger hørte til blandt de højeste i verden, pænt over EU-gennemsnittet, og kun overgået af lande som USA og Canada. Dette skyldtes det store forbrug af fossile brændsler, og herunder især den store andel af kul, som har en særlig stor CO<sub>2</sub>-udledning.

I 1989 udgav tre universitetsforskere en ny alternativ energiplan kaldet *Energihandlingsplan 90* (Serup m.fl. 1990). Planen satte fokus på alle de organisatoriske og økonomiske hindringer, der var for gennemførelsen af brændselsbesparende tiltag. Planen kom med en række forslag til offentlig regulering, som ville kunne sætte skub i energibesparelser, kraft/varme og vedvarende energi. F.eks. indeholdt planen forslag om at mindske de faste omkostninger på el- og varmeregningerne og introducere indexlån for fjernvarme-anlæg.

Den alternative *Energihandlingsplan 90* nåede at blive udgivet kort før regeringen og Energiministeriet udgav den tredje officielle danske energiplan *Energi 2000* (Energiministeriet 1990). Målsætningerne for dansk energipolitik blev omformuleret med en klar prioritet til nedbringelse af CO<sub>2</sub>-udledningen og imødegåelse af det globale drivhuseffekt problem.



**Figur 5.** Diagram fra *Energi 2000* (Energiministeriet 1990). I alle *Energiplanens* 3 alternativer forventes et reduceret brændselsforbrug med en meget stor andel af naturgas.

*Energi 2000* fremlagde et referencescenario og 3 alternativer (se Figur 5). Alternativerne er en smule forskellige, idet de satser på hhv. forsyning, miljø eller økonomisk vækst. For at kunne opfylde målsætningen indebærer alle 3 alternativer imidlertid en væsentlig reduktion i energiforbruget frem til år 2005. Herudover satser alle 3 alternativer så meget på naturgas, at det under alle omstændigheder ville blive det dominerende brændsel.

*Energi 2000* bærer undertitlen *handlingsplan for en bæredygtig udvikling*. Planen understreger, at det ikke er afgørende, om man satser på den ene eller den anden variant. Det afgørende er, at man kommer i gang med at handle med det langsigtede mål i baghovedet. *Energi 2000* fremlagde således en række konkrete forslag til offentlig regulering på energiområde, som blev anbefalet gennemført for at kunne opfylde målsætningerne.

Umiddelbart efter, at der således var blevet sat fokus på ”handling” i dansk energipolitik, skete der imidlertid det, at al politisk aktivitet på området blev sat på et vågeblus. Efter en regeringsomlægning blev Energiministeriet slået sammen med Industriministeriet, og der blev i en periode stort set ikke taget nye initiativer på området. Bl.a. resulterede denne periode i en mærkbar nedgang i opførelsen af vindkraftanlæg. I 1993 blev der således kun opført halv så meget vindkraft, som gennemsnitligt i perioden 1989 til 1991. Med den udvikling ville målene i *Energi 2000* ikke blive opfyldt.

Efter en relativt kort periode blev Energiministeriet igen udskilt fra Industriministeriet, og den nye energiminister lancerede, at der igen skulle pustes liv i *Energi 2000*. I 1993 kom således *Energi 2000 - opfølgningen* (Energiministeriet 1993). I endnu højere grad end oprindeligt med *Energi*

2000 blev der nu satset på naturgas som det brændsel, der skulle erstatte kul og dermed nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen.

Den tredje periode i dansk energipolitik og planlægning fik sat miljømålsætningen på dagsorden. Samtidig blev der sat fokus på nødvendigheden af aktiv offentlig regulering.

### Resultater 1972-1995

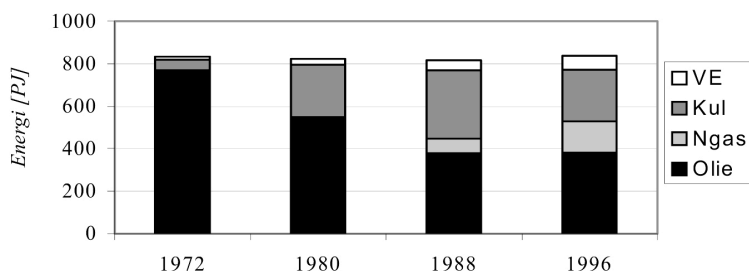
Målsætninger, planer og handlinger i dansk energipolitik har ændret sig gennem de sidste 25 år. I det foregående er fremhævet tre væsentlige skift med udgangspunkt i tre officielle danske energiplaner fra hhv. 1976, 1981 og 1990. Perioderne synes at kunne opdeles i 8-års perioder på følgende måde:

- Forsyningssikkerheds-perioden (1972-1980)
- Samfundsøkonomi-perioden (1980-1988)
- Miljø-perioden (1988-1996)

Resultaterne af dansk energipolitik illustreres i det følgende med udgangspunkt i disse perioder. Enkelte steder er det valgt også at vise tallene for år 2000.

#### Energiforbrug og energi intensitet

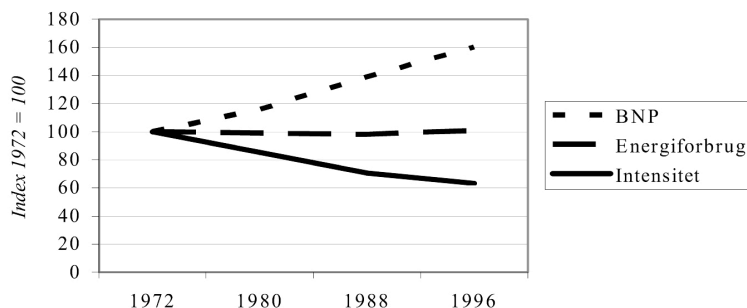
Figur 6 viser udviklingen i det samlede danske energiforbrug. Figuren illustrerer to vigtige forhold. For det første er det lykkedes Danmark at ændre olieafhængigheden i 1972, hvor 92% af energiforsyningen var importeret olie, til en situation i 1996, hvor olieforbruget er halveret og erstattet med naturgas og kul. For det andet er det lykkedes Danmark at stabilisere energiforbruget over en 25 års periode.



Figur 6. Danmarks energiforbrug.

Stabiliseringen af energiforbruget er gennemført samtidig med en "almindelig" økonomisk vækst for et vesteuropæisk land. Figur 7 viser således, hvordan BNP (Bruttonationalproduktet) i samme periode er steget med

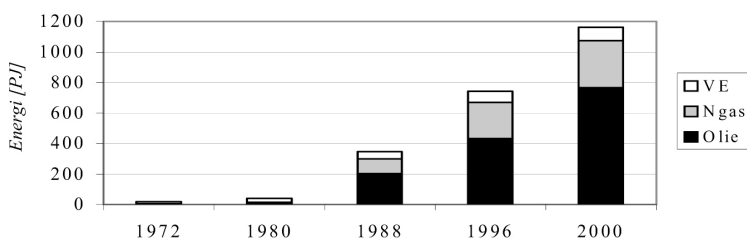
ca. 60%. Som følge heraf er energiintensiteten faldet med ca. 37%. Med andre ord har Danmark været i stand til at skabe stadig større økonomisk vækst pr. forbrugt energienhed. Hermed har Danmark vist, hvordan økonomisk vækst ikke behøver at forudsætte tilsvarende vækst i energiforbruget.



**Figur 7.** Indeks for den danske energiintensitet, dvs. det anvendte energiforbrug pr. økonomisk enhed i nationalproduktet.

### Energiproduktion

Figur 8 viser den danske produktion af energi. Som det ses, er Danmark med indvinding af gas og olie fra Nordsøen mængdemæssigt blevet selvforsynende med energi. I 1996 svarede egenproduktionen til 85% af forbruget, og i år 2000 er dette tal vokset til over 140%.

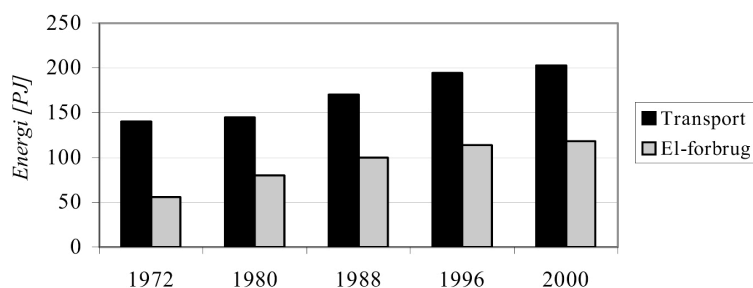


**Figur 8.** Dansk energi produktion.

### Elforbruget og transporten

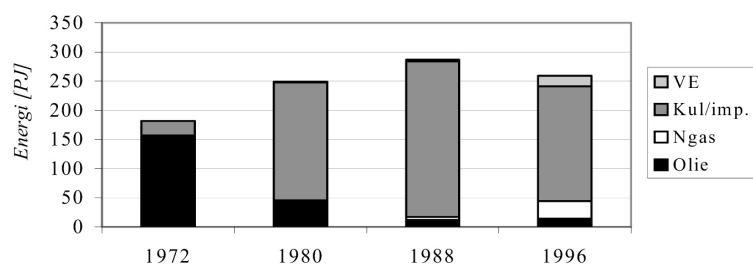
Den viste stabilisering i det totale energiforbrug dækker over en række undergrupper, hvor det enten er lykkedes eller ikke lykkedes at reducere energiforbruget. To af de steder, hvor det ikke er lykkedes, er elforbruget og energiforbruget til transporten. Dette er illustreret i Figur 9.





**Figur 9.** Elforbrug og transport.

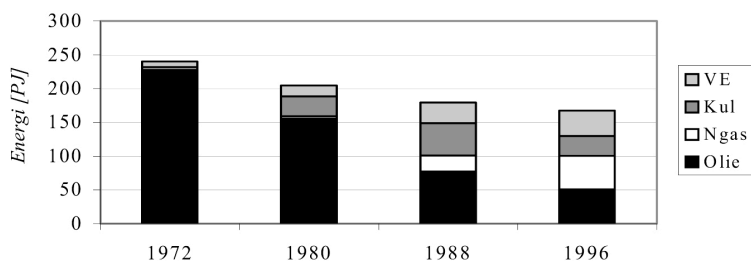
Energiforbruget til transporten har været stigende gennem hele perioden, og fra at udgøre 18% af olieforbruget i 1972 udgør det i dag 55%. Elforbruget er i perioden fra 1972 til 2000 steget med lidt over 100%. Dette har dog ikke ført til en tilsvarende markant stigning i brændselsforbruget, idet produktionsanlæggene er blevet mere effektive, og idet den vedvarende energi har bidraget med en stadig større andel, som det er illustreret i Figur 10.



**Figur 10.** Illustration af samtidig omlægning fra olie til kul i årene umiddelbart efter oliekrisen.

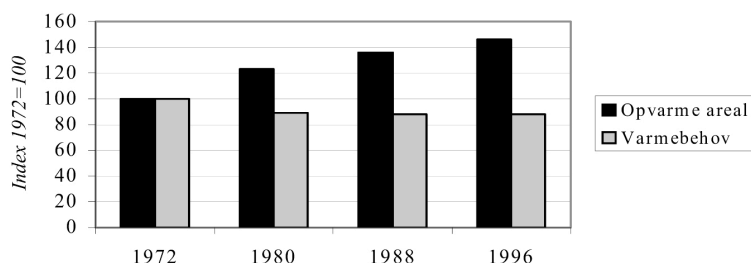
#### Varmeforbruget og kraft/varmeproduktion

To steder, hvor det markant er lykkedes at reducere energiforbruget, er husboldningernes rumvarme og udbygningen med kraft/varme. Figur 11 illustrerer, hvordan brændselsforbruget til rumvarme er reduceret med 30% i perioden fra 1972 til 1996. Samtidig er en 90% oliebaseret forsyning blevet afløst af en næste lige deling mellem kul, olie, naturgas og vedvarende energi.



**Figur 11.** Brændselsforbrug til rumopvarmning.

Brændselsbesparelsen er primært et resultat af en aktiv energibesparelspolitik og dernæst en udbygning af anlæg med kombineret kraft/varme-produktion.

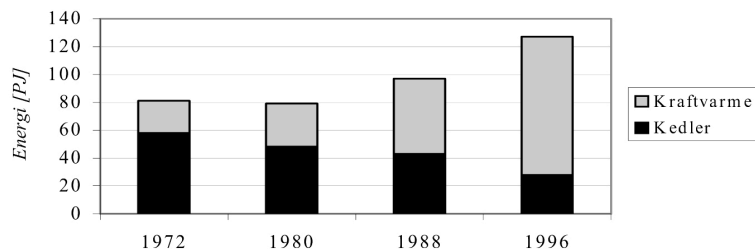


**Figur 12.** Rumvarme i husholdningerne.

Figur 12 sammenligner indextal for opvarmet areal med indextal for varmebehovet. Det opvarmede areal er i perioden steget med 46%, samtidig med, at opvarmningsbehovet er faldet med 12%. Energibehovet pr. opvarmet arealenhed er dermed reduceret med ca. 40%. Figur 8 viser, hvordan brændselsforbruget yderligere er sænket som følge af en ekspansion af kraft/varmen. Figuren illustrerer, hvordan fjernvarmen er øget fra ca. 80 PJ i 1972 til næsten 130 PJ i 1996. Samtidig er den del af fjernvarmen, som er produceret i kraft/varmesamproduktion øget væsentligt.

Som det ses af Figur 12, har den største reduktion i rumvarmebehovet fundet sted i perioden før 1980, mens det fremgår af Figur 13, at den væsentligste udbygning med kraft/varme har fundet sted efter 1980. I starten blev kraft/varmen primært udbygget i storbyerne, hvor der i forvejen var etableret fjernvarme fra kraftværkerne. Efterfølgende er kraft/varmen især udbygget i mindre og mellemstore byområder, hvor kedelfyrede fjernvarmeanlæg er

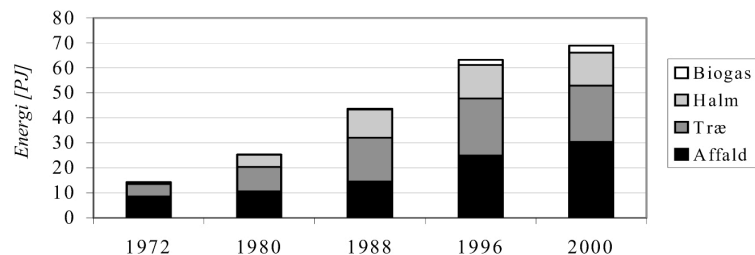
erstattet med decentral kraft/varme. I 1996 blev 49% af varmebehovet og 48% af elbehovet dækket af produktion fra kraft/varme.



**Figur 13.** Fjernvarme produktion.

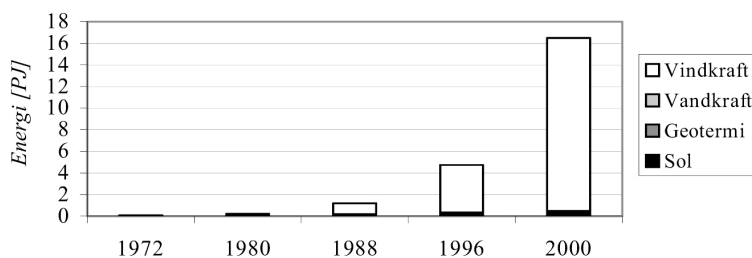
### Vedvarende energi

Siden midten af halvfjerdserne har Danmark brugt ressourcer på udvikling af vedvarende energi, og resultatet kan så småt ses på figurerne. Figur 14 og 10 illustrerer udviklingen i hhv. anvendelsen af biomasse-brændsler og øvrige vedvarende energikilder. Hidtil har det især været halm og affald (som kun delvist er en vedvarende energikilde), det er lykkedes at inddrage i energiforsyningen. Mange steder anvendes affald til kraft/varmeproduktion, mens halm og træ fortrinsvist anvendes i kedler alene til varmeproduktion. Der har dog længe foregået forskning og været igangsat udviklingsprojekter m.h.p. at øge anvendelsen af disse brændsler til kraft/varme.



**Figur 14.** Biobrændsler.

Figur 15 viser udviklingen i solvarme, vindkraft, vandkraft og geotermisk energi. Som det ses indtager vindkraften den helt afgørende førerposition. I år 2000 blev 13% af elforbruget dækket fra vindkraft alene.



Figur 15. Vedvarende energikilder.

### Målsætninger og planer nu og i fremtiden

Hvis periodelængden på 8 år viser sig at holde fremover, står Danmark mens dette skrives midt i en ny periode, som vil løbe frem til år 2004. Det er naturligvis svært med sikkerhed at sige nu, hvad der efter periodens udløb vil kunne fremhæves. Hertil kommer, at regeringsdannelsen i november 2001 har skabt yderligere usikkerhed. To emner har dog præget debatten hidtil. Det ene er liberaliseringen, og det andet er indreguleringen af vedvarende energi i elsystemet.

#### Energi 21: Vedvarende energi og liberalisering

Midt i 1990'erne blev Energiministeriet og Miljøministeriet slået sammen, og kort tid efter udkom Danmarks femte officielle energiplan *Energi 21* (Miljø- og Energiministeriet 1996). Den blev ligesom *Energi 2000* kaldt en handlingsplan. Planen følger op på linien fra de foregående planer hvad angår vedvarende energi. Efter planer om næsten ingen VE i 1976 og noget VE i 1981 og 1990, satser *Energi 21* på en målsætning om, at VE hele tiden skal udgøre 1% mere hvert år frem til år 2030, hvor VE således vil udgøre 35% af energiforsyningen.

I 1995, mens *Energi 21* var under udarbejdelse, havde EU taget beslutning om at implementere et direktiv om liberalisering af elforsyningen. Et lignende direktiv blev vedtaget i forhold til naturgasforsyningen. Iflg. disse direktiver skulle alle medlemsstater gennemføre visse ændringer i den offentlige regulering m.h.p. at gøre det muligt for forbrugerne selv at vælge leverandør på et privatiseret dereguleret marked. Derfor skal *Energi 21* også ses som oplæg til en energireform med fokus på liberalisering, som blev vedtaget kort efter. Liberaliseringen og energireformen bliver behandlet i Kapitel 15.

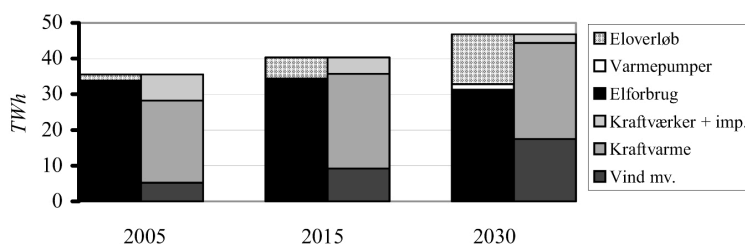
*Energi 21* fastholdt Danmarks officielle målsætning fra *Energi 2000* om at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 20% i år 2005 i forhold til 1988-niveauet. Desuden ville Danmark arbejde for, at de internationale klimafor-

handlinger resulterer i en samlet løsning, der bl.a. indebærer, at Danmark sammen med andre højtudviklede industrilande skal tilstræbe den halvering af CO<sub>2</sub>-udledningen i år 2030 (i forhold til 1990), som blev anbefalet i Brundtlandrapporten.

To vigtige elementer i dansk energiplanlægning skulle iflg. *Energi 21* fortsat spille en stor rolle, nemlig udbygningen med vindkraft og øget kraft/varme samproduktion. Beregningerne bag *Energi 21* pegede i den forbindelse på store fremtidige problemer med eloverløb. I år 2030 forventes vindkraft, solceller og bølgekraft at forsyne ca. 55% af elforbruget. Men samtidig forventedes det, at Danmark var nødt til at producere ca. 45% mere strøm, end vi havde brug for, pga. problemer med at samkøre VE og kraft/varme. I første omgang blev dette ikke betragtet som noget problem, idet liberaliseringen kunne sikre at dette strøm blot kunne sælges. Det viste sig imidlertid hurtigt, at der var problemer på dette område.

### **Eloverløbsproblemet**

Et væsentligt problem ved at basere meget store dele af elproduktionen på kraft/varme og vindkraft er den tekniske indregulering. Vindmøllerne producerer, når vinden blæser, og kraft/varmeverkerne er nødt til at producere, når der er et varmebehov, hvis man vil drage nytte af samproduktionsfordelen. Dette passer ikke altid med, hvornår der er brug for elektriciteten. En kold og blæsende vinternat, med et lavt elforbrug, vil man let komme i den situation, at vindmøllerne og kraft/varmeverkerne er "tvunget" til at producere mere el, end der er brug for. Figur 16 illustrerer med Energistyrelsens tal problemets omfang ved gennemførelse af *Energi 21*.



**Figur 16.** *Energi 21* (justeret planforløb) forventer, at elforbruget er svagt faldende frem til år 2030. Alligevel er produktionen stigende, fordi problemet med eloverløb gør, at der skal produceres meget mere end der er brug for. I år 2030 forventes eloverløbet at udgøre ca. 80% af VE-produktionen (Vindkraft, solceller og bølgekraft).

*Energi 21* er baseret på tre tiltag. Det første er besparelser, så elforbruget er svagt faldende. Det andet er en fortsat udbygning med vedvarende

energi. Og det tredje er en effektiv udnyttelse af brændslet gennem kraft/varme. Eloverløbet kan kort beskrives som bagsiden af medaljen, når disse tre tiltag følges samtidigt. Der opstår problemer med at kunne producere elektriciteten præcist, når der er brug for det. Når eloverløbet forventes at blive så stort, som det gør, skyldes det især følgende 2 forhold:

*Ingen regulering af kraft/varmeproduktionen:* I beregningerne bag Energi 21 er det forudsat, at kraft/varmeverkerne alene producerer af hensyn til varmekonsumet. Produktionen varieres ikke under hensyntagen til vindkraften. Det samme gælder den industrielle kraft/varme.

*Kun store værker er netstabiliserende:* Et vekselstrøms elsystem skal have en vis mængde af enheder, som sikrer, at frekvens og spænding holdes. Sådanne netstabiliserende opgaver udføres i dag alene af de store værker. Derfor er kraftværkerne nogle gange nødt til at producere, selvom der er produktion nok fra vindmøller og kraft/varme-anlæg.

Figur 16 illustrerer en meget vigtig ting, nemlig at problemet skifter karakter over årene. I år 2005 er eloverløbet mindre end produktionen på kraftværkerne. Dvs. at problemet principielt kan løses ved at flytte på produktionen over tid. I år 2030 er eloverløbet derimod langt større end produktionen på kraftværkerne. Det betyder, at problemet ikke kan løses alene ved at flytte tidsmæssigt på produktion eller forbrug. Der skal andre ændringer til.

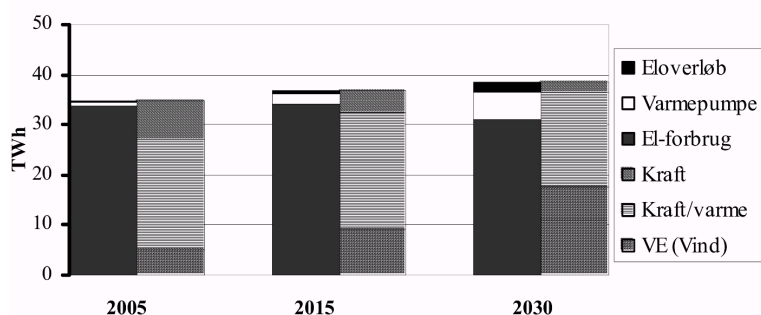
### Løsningsmuligheder

Efterhånden som problemet begyndte at opstå i år 2000 og frem, blev det foreslået at stoppe vindmøller og udbygge med elvarme. At "løse" problemet ved at stoppe vindmøllerne eller kraftvarmeverkerne er imidlertid ikke nogen god løsning. Så sættes fordelene ved *Energi 21* blot over styr. Det er heller ingen løsning at foreslå elvarme. Så sættes brændselseffektiviteten ved kraft/varme over styr. Der er imidlertid flere tiltag, der kan løse problemet samtidig med at fordelene ved *Energi 21* bibeholdes:

- **Fleksible systemer med varmepumper:** Det ene er at supplere kraft/varme-anlæggene med varmepumper (og varmelagre, hvis de ikke allerede har det). Herved vil der kunne flyttes varmeproduktion fra kraft/varme-enhederne til varmepumpen uden egentlige ændringer i brændselseffektiviteten. Samtidig skabes der mulighed for fleksibilitet i forhold til, hvornår der produceres hhv. forbruges elektricitet.
- **Integration af transporten:** Det andet er at omlægge dele af transportsektoren til el (eller brint produceret på el). Dette skaber mulighed for at øge transportens brændselseffektivitet og inddragelse af VE samtidig med, at der er åbenlyse reguleringsfordele forbundet med at styre den tidsmæssige placering af opladningen hhv. brintproduktionen.

På edb-modellen EnergyPLAN har vi på Aalborg Universitet rekonstrueret Energistyrelsens vurdering af eloverløbets omfang, og der er herefter foreta-

get en række konsekvensvurderinger af at gøre brug af forskellige løsnings-tiltag. Modellen gennemregner energiproduktionen time for time gennem et år. Modellen er aggregeret i den forstand, at den mere eller mindre betragter det danske energisystem som ét stort energianlæg. Modellen kan således ikke sige noget om eventuelle fordelings- og reguleringsproblemer internt i Danmark. Til gengæld fokuserer den på at kunne gennemregne forskellige forudsætninger vedr. regulering af de enkelte anlæg og herunder krav til netstabilisering. Desuden udregner modellen de nødvendige krav til eltransmission til udlandet, og dermed illustreres kravet til evt. udbygning af højspændingsnettet.



**Figur 17.** Samme el og varmemeforbrug som forudsat i Energi 21 (Figur 16) produceret på fleksible energisystemer. Som det ses, kan disse systemer kraftigt mindske det tvungne eloverløb. Det skal understreges, at eloverløbet mindskes uden at sætte fordelene ved brændselseffektiviteten eller VE-produktionen over styr.

#### **Fleksible energisystemer uden eloverløb**

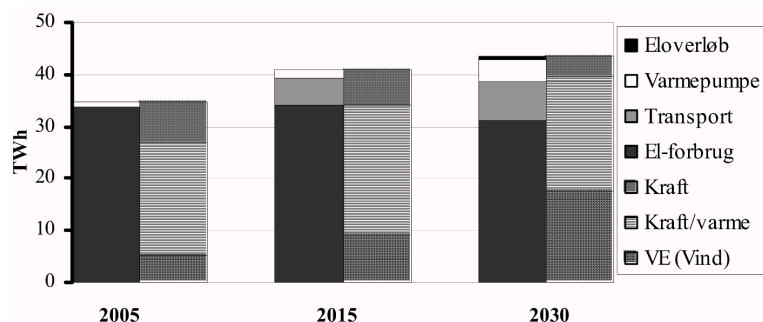
EnergyPLAN modellen har gennemregnet konsekvenserne af følgende fleksible energisystem:

- Kraft/varmeverkerne er suppleret med varmepumpeeffekt svarende til ca. 1000 MW el i år 2030 og varmelagre svarende til ca. et døgn varmeproduktion.
- Kraftvarme-anlæggene og varmepumperne forudsættes at regulere deres produktion efter vindkraften.
- De decentrale værker er forudsat at være netstabiliserende. Det samme er alle vindkraftanlæg opført efter år 2005.

Figur 17 viser, hvordan disse tiltag stort set fjerner eloverløbet vel at mærke uden af mindske hverken brændselseffektiviteten eller VE-produktionen.

### ***Fleksibelt energisystem med transporten inklusiv***

EnergyPLAN modellen har også konsekvensregnet et scenarie, hvor systemet yderligere suppleres med en elektrificering af transporten. Der er regnet på et scenarie beskrevet af Risø (Lars Henrik Nielsen og Kai Jørgensen 2000), hvor 80% af bilerne under 2 tons i år 2030 kører på hhv. batterier og brint. Figur 18 viser, hvordan dette yderligere tiltag stort set helt fjerner el-overløbet. Når der dog stadig er et lille eloverløb tilbage i år 2030, skyldes det, at den industrielle kraft/varme ikke forudsættes reguleret.



**Figur 18.** Integreret energisystem som i Figur 17 suppleret med elektrificering af dele af transporten. Dette scenarie mindsker eloverløbet samtidig med, at transportsektorens CO<sub>2</sub> emission nedsættes.

### ***Afsluttende bemærkninger***

En aktiv energipolitik og planlægning har gjort, at Danmark kan fremvise bemærkelsesværdige resultater indenfor energiområdet. Væksten i brændselsforbruget er stabiliseret over en 25 års periode med "almindelig" økonomisk vækst. Danmark er blevet selvforsynende med fossile brændsler, og har samtidig skabt stor aktivitet og eksport som følge af en bevidst satsning på nye teknologier. Danmark har sat sig konkrete mål på miljøområdet, som ser ud til at blive opfyldt.

Udviklingen viser, at det har nyttet at føre en aktiv politik på energiområdet. Fremover bliver udfordringen at fastholde og gennemføre ambitionerne om at overgå til en energiforsyning baseret på stadig mere vedvarende energi. Hovedudfordringerne er dels at udvikle de nødvendige fleksible energisystemer og dels at organisere og planlægge de fremtidige ændringer i lyset af EU's generelle planer om deregulering på området.



### Referenceliste

- Blegaa S, Hvelplund F, Jensen J, Josephsen L, Linderroth H, Meyer N I, Bal-  
ling N P, Sørensen B: *Skitse til alternative energiplan*, København: Or-  
ganisationen til Oplysning om Atomkraft 1976.
- Brundtlandkommissionen: *Vores fælles fremtid*, København: FN-forbundet  
og Mellemfolkeligt Samvirke 1987.
- Energiministeriet: *Energiplan 81*, København: Energiministeriet 1982.
- Energiministeriet: *Energi 2000, handlingsplan for en bæredygtig fremtid*,  
København: Energiministeriet 1990.
- Handelsministeriet: *Dansk Energipolitik 1976*, København: Handelsministe-  
riet 1976.
- Handelsministeriets analyse- og prognoseudvalg: *Elforbrug frem til år 2000*,  
København: Handelsministeriet 1976.
- Hvelplund F, Illum K, Jensen J, Meyer N I, Nørgaard J S, Sørensen B: *Ener-  
gi for fremtiden, alternative energiplan 1983*, København: Borgen 1983.
- Hvelplund F, Lund H, Serup K E, Mæng H: *Demokrati og forandring, ener-  
gihandlingsplan 96*, Aalborg: Aalborg Universitetsforlag 1995.
- Lund H: 'Choice Awareness: The Development of Technological and Insti-  
tutional Choice in the Public Devate of Danish Energy Planning,' *Journal  
of Environmental Policy & Planning* 2 2000: 249-259.
- Miljø- og Energiministeriet: *Energi 21*, København: Miljø- og Energi mini-  
steriet 1996.
- Rosager F, Lund H: *Analyse af eloverløbs- og elkvalitetsproblemer*, Projekt  
for vedvarende energi på Bornholm, Bornholms Amtskommune 1986.
- Serup K E, Hvelplund F, Bjerregård H: *Energihandlingsplan 90*, Aalborg:  
Aalborg Universitetsforlag 1989.